PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number:

06209209 A

(43) Date of publication of application: 26.07.1994

(51) Int. Cl

H01Q 3/38

(21) Application number:

05002470

(22) Date of filing:

11.01.1993

(71) Applicant: MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(72) Inventor: ISHII TAKASHI .

> SHIRAMATSU KUNIAKI SUZUKI TATSUHIKO AOKI TOSHIHIKO

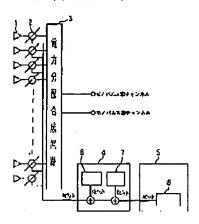
(54) PHASED ARRAY ANTENNA DEVICE

(57) Abstract:

PURPOSE: To obtain a phased array antenna in which beam scanning can be attained precisely beyond the calculating precision of a beam control computer.

CONSTITUTION: Phase data obtained by quantizing phase shifting amounts for correcting a deviation from an ideal wave front due to the difference of an electric length from an electric power distributing and compounding circuit 3 to each element antenna 1 by the same calculating precision as a beam control computer 5 are provided in a phase shifter controller 4 which controls phase shifters 2. Moreover, the phase data to which the random phase data for correcting the insufficient calculating precision are added are provided, and added to a quantized phase 8 for beam scanning transmitted from the beam control computer

COPYRIGHT: (C)1994, JPO&Japio



(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出頗公開各身

特開平6-209209

(43)公開日 平成6年(1994)7月26日

(51)int.CL*

波別記号

庁内整理番号

FI

技術表示資所

HOIQ 3/38

7015-5 J

審査請求 未請求 請求項の数12 OL (全 21 頁)

(21)出類趋号

特顯平5-2170

(22)出頭日

平成5年(1993)1月11日

(71)出頭人 000006013

三菱電視株式会社

東京部千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 石井 隆司

综合市上町屋325省地 三美写模技式会社

协会党作所内

(72) 発明者 白松 邦昭

鎌倉市上町里325番地 三菱穹径株式会社

贷合製作所内:

(72)発明者 鈴木 能彦

综合市上町屋325番地 三菱電視林式会社

贷食製作所內

(74)代理人 弁理士 高田 守

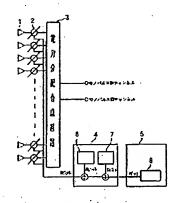
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 フェーズドアレーアンテナ装置

(57)【要約】

【目的】 ビーム制御計算機の計算精度で真現できる以上の個かさでビーム定査を行うことのできるフェーズドアレーアンテナ終還を得ることを目的としている。

【構成】 移相器2の制御を行う移相器制御装置4内に、電力分配合成回路3から各案子アンテナ1までの電気長の差による短想波面からのずれを補正する移相置をビーム制御計算機5と同じ計算精度で至子化した位相データと、不足している計算論度を縮うランダムな位相データを加えた位相データを持ち、ビーム制御計算機5から送られる置子化されたビーム定査用位相8に加え構成にした。



- 6: 女子7 > テナ
- 2:380
- · : \$11五元75至
- 6 电双反响正罗一步
- 1:58EEEEE
- SIN-ARRENCE

【特許請求の範囲】

【語求項1】 複数個の素子アンテナ、これら素子アン テナに対応するディジタル形の移相器。上記各移組器に 電力分配する電力分配台成回路、上記移相器を制御する 移相器制御装置。上記移相器制御装置に送るための置子 化されたビーム走査用位相を計算することにおいて所望 の細かさでピーム産者を行うのに必要な計算精度を持た ないビーム制御計算機からなるアンテナ装置において 上記載力分配合成同誌から考え子アンテナまでの電気基 の差による理想波面からのずれを結正する移相量をビー 19 ム銅伽計算機と同じ計算請度で量子化した位相データ と、不足している計算特度を指うランダムな位钼データ を保持し、それぞれの位組データを上記ピーム副御計算 級から送られるビーム定査用位相に倒えることを特徴と するフェーズドアレーアンテナ慈麗。

【請求項2】 複数値の素子アンテナ これら素子アン テナに対応するディジタル形の移相器、上記各移相器に 電力分配する電力分配台成回路、上記移相器を制御する 移相器制御装置、上記移相器制御装置に送るための置子 の細かさでピーム定査を行うのに必要な計算精度を持た ないビーム制御計算級からなるアンテナ装置において、 使用周波数帯域内で複数個の上記電力分配合成回路から 各素子アンテナまでの電気長の差による理想波面からの ずれを箱正するための移租量をピーム制御計算機と同じ 計算結度で貴子化した位相データと、不足している計算 特度を描うランダムな位相データを周波数に関係なく1 つ保持し、それぞれの位相データを上記ピーム制御計算 銭から送られるビーム定査用位相に加えることを特徴と するフェーズドアレーアンテナ装置。

【請求項3】 複数値の素子アンテナ、これら素子アン テナに対応するディジタル形の移相器。上記各移相器に 営力分配する電力分配台成回路、上記移相器を制御する 移相器制御装置。上記移相器制御装置に送るための量子 化されたビーム走査用位組を計算することにおいて所望 の細かさでビーム定査を行うのに必要な計算精度を持た ないビーム制御計算機からなるアンテナ整畳において、 上記電力分配合成回路から各案子アンテナまでの電気長 の差による理想設面からのずれを結正する移相量を所管 の細かさでビーム定査を行うのに必要な計算精度で量子 化した位相データを保持し、上記ビーム制御計算機から 送られるビーム走査用位相に加えることを特徴とするフ ェーズドアレーアンテナ終層。

【語求項4】 複数値の素子アンテナ、これら素子アン テナに対応するディジタル形の移相器、上記各移相器に 電力分配する電力分配台或回路、上記移相器を制御する 移相器制御装置。上記移相器制御装置に送るための量子 化されたビーム走査用位相を計算することにおいて所望 の細かさでピームを査を行うのに必要な計算精度を持た ないビーム制御計算機からなるアンテナ芸器において、

上記電力分配合成回路から各案子アンテナまでの電気長 の差による理想波面からのずれを指正する移相型をビー ム制御計算機と同じ計算結度で置子化した位相データ と、不足している計算精度を縮うランダムな位相データ を発生する乱致発生装置を有し、それぞれの位相データ を上記ビーム調剤計算機から送られるビーム定査用位相 に加えることを特徴とするフェーズドアレーアンテナ芸 풉.

【諸求項5】 複数個の素子アンテナ、これら素子アン テナに対応するディジタル形の移相器 上記各移相器に 弯力分配する電力分配合成回路、上記移相器を調剤する 移組器制御装置、上記移組器制御装置に送るための置子 化されたビーム走査用位組を計算することにおいて所望 の細かさでビーム定査を行うのに必要な計算精度を持た ないビーム制御計算機からなるアンテナ慈麗において、 使用周波数帯域内で複数個の上記電力分配合成回路から 各素子アンテナまでの電気長の差による理想波面からの ずれを箱正するための移租量をビーム調御計算機と同じ 計算稿度で置子化した位相データと、不足している計算 化されたビーム走査用位相を計算することにおいて所望 20 精度を宿うランダムな位相データを周波数に関係なく! つ発生する乱数発生回路を有し、それぞれの位相データ を上記ビーム調査計算機から送られるビーム定査用位相 に加えることを特徴とするフェーズドアレーアンテナ芸

【請求項6】 複数個の素子アンテナ、これら素子アン テナに対応するディジタル形の移相器とビーム走査する ための移相置を加算する位相演算回路を含んだモジュー ルート記名モジュールに電力分配する電力分配合成同 路、上記モジェールに送るための量子化されたビーム定 査用位相を所望の細かさでのビーム走査を行うのに十分 な計算特度で計算するビーム制御計算機において、上記 モジュール内の位相相演算回路が所望の細かさでビーム 定査を行うため必要な計算額度を持たない場合。 上記簿 力分配台成回路から各案子アンテナまでの電気長の差に よる理想波面からのずれを補正する位相データを上記モ ジュール内の位相演算回路と同じ計算精度で置子化した 位組データと、不足している計算精度を縮うランダムな 位祖データを保持し、それぞれの位祖データを上記ビー ム調剤計算機から送られるビーム定査用位相に加えるこ とを特徴とするフェーズドアレーアンテナ装置。

【請求項7】 複数個の素子アンテナ、これら素子アン テナに対応するディジタル形の移相器とビーム走査する ための移相量を加算する位相演算回路を含んだモジュー ル、上記各モジュールに電力分配する電力分配合成回 路。上記モジュールに送るための量子化されたビーム意 **査用位相を所望の細かさでのビーム走査を行うのに十分** な計算精度で計算するビーム制御計算機において、上記 モジュール内の位相演算回路が所望の細かさでビームを 査を行うため必要な計算錯度を持たない場合、使用図波 50 数帯域内で複数個の上記電力分配合成回路から基素子ア

ンテナまでの電気長の差による理想液面からのすれを箱正するための位相データを上記モジュール内の位相演算回路と同じ計算結度で置子化した国液数環域ごとの位相データと、不足している計算精度を補うランダムな位相データを周波数に関係なく1つ保持し、それぞれの位相データを上記ビーム制御計算級から送られるビーム定査用移相に加えることを特徴とするフェーズドアレーアンマナ4年

【語求項8】 複数個の素子アンテナ、これら素子アンテナに対応するディジタル形の移相器とビーム走査する 10 ための移相量を関算する位組演算回路を含んだモジュール、上記各モジュールに選るための貴子化されたビーム走査用位相を所望の細かさでのビーム走査を行うのに十分な計算情度で計算するビーム制御計算機において、上記モジュール内の位相演算回路が所望の細かさでビーム走査を行うため必要な計算信度を持たない場合、上記電力分配合成回路から各案子アンテナまでの電気長の差による理想液面からのずれを補正する位相データを所望の細かさでビーム走査を行うため必要な計算情度で量子化し 20 た位相データを保持し、上記ビーム調剤計算機から送られるビーム走査用位相に加えることを特徴とするフェーズドアレーアンテナ装置。

【請求項9】 複数個の素子アンテナ、これら素子アン テナビ対応されディジャル形の移相器とピーム走査され ための移植費を削算する位相演算回路を含んだモジュー ル。上記各モジュールに電力分配する電力分配合成回 路、上記モジュールに送るための貴子化されたビーム定 査用位相を所望の細かさでのビーム走査を行うのに十分 な計算精度で計算するビーム制御計算機において、上記 30 モジュール内の位相演算回路が所望の細かさでヒーム定 査を行うため必要な計算請應を持たない場合、上記電力 分配合成回路から各煮子アンテナまでの電気長の差によ る理想波面からのずれを補正する位組データを上記モジ ュール内の位相演算回路と同じ計算精度で置子化した位 相データと、不足している計算精度を捕うランダムな位 相データを発生する乱数発生回路を有し、それぞれの位 相データを上記ビーム制御計算級から送られるビーム定 査用位相に加えることを特徴とするフェーズドアレーア ンテナ慈聞。

【請求項10】 複数個の素子アンテナ、これら素子アンテナに対応するディジタル形の移相器とピーム走査するための移相型を加算する位相演算回路を含んだモジュール、上記各モジュールに選るための量子化されたピーム走査用位相を所望の細かさでのピーム走査を行うのに十分な計算情度で計算するピーム制御計算機において、上記モジュール内の位相演算回路が所望の細かさでピーム走査を行うため必要な計算請度を持たない場合、使用周波数帯域内で複数個の上記電力分配合成回路から各素子ア

ンテナまでの電気長の畳による理想設面からのずれを箱正するための位相データを上記モジュール内の位相演算回路と同じ計算結度で貴子化した回放数帯域ごとの位相データと、不足している計算特度を補うランダムな位相データを周波数に関係なく1つ発生する乱数発生回路を有し、それぞれの位相データを上記ビーム制御計算級から送られるビーム定登周移相に加えることを特徴とするフェーズドアレーアンテナ装置。

【論求項11】 彼数個の素子アンテナ、これら素子ア ンテナに対応するディジタル形の移租器とビーム走査す るための移相量を演算する位相演算回路を含んだモジュ ール、上記各モジュールに電力分配する電力分配合成回 路、上記モジュール内の位相演算回路にてビーム走査用 位相を演算するのに必要な素子座標と液長データとビー ム指向方向を清算しモジュールに設定するビーム制御計 基礎において 上記モジュール内の位相相演算両路が所 望の細かさでビーム走査を行うため必要な計算精度を持 たない場合、上記電力分配合成回路から各案子アンテナ までの電気長の差による理想波面からのずれを補正する 位相データを上記モジュール内の位相演算回路と同じ計 算結度で貴子化した位相データと、不足している計算精 度を捕うランダムな位相データを保持し、それぞれの位 相データを上記ビーム制御計算級から送られるビーム定 査用位相に加えることを特徴とするフェーズドアレーア ンテナ芸器。

【諸求項】2】 複数個の素子アンテナ、これら素子ア ンテナに対応するディジタル形の移钼器とビーム走査す るための移相量を演算する位相演算回路を含んだモジュ ール、上記各モジュールに電力分配する電力分配合成回 路。上記モジュール内の位相演算回路にてビーム走査用 位相を演算するのに必要な素子座標と波長データとビー ム指向方向を消算しモジュールに設定するビーム調御計 算機において、上記モジュール内の位相相論算回路が所 望の細かさでビーム走査を行うため必要な計算精度を持 たない場合、上記電力分配合成回路から各案子アンテナ までの電気長の差による理想波面からのずれを補正する 位相データを上記モジュール内の位相消算回路と同じ計 算稿度で置子化した位相データと、不足している計算精 度を捕うランダムな位相データを発生する乱数発生回路 を有し、それぞれの位相データを上記ビーム制御計算機 から送られるビーム走査用位相に加えることを特徴とす るフェーズドアレーアンテナ装置。

【発明の詳細な説明】

[0001]

【産業上の利用分野】この売明は、位相刺師によりビーム走査を行うフェーズドアレーアンテナの微小ビーム走査特性の改善に関するものである。

[0002]

【従来の技術】従来のフェーズドアレーアンテナについ 59 て説明する。図17は従来のフェーズドアレーアンテナ を示す図であり、1は素子アンテナ、2は移相器、3は 電力分配合成回路、4は移相器制御装置、5はビーム制御計算機、6は電気長精正データ、8はビーム走査用位相である。

【0003】次に、動作について説明する。空間より各 素子アンテナ1に入射した信号は移相器2により位相制 御して、電力分配台或回路3にて入力される。電力分配 台域回路3では各素子アンテナ1からの信号を合成しモ ノバルス和信号とモノバルス差信号を生成して出力する。

【0004】一方、移相器2は移相器副御慈麗4からの移相器制御信号によって動作する。この移相器副御信号は、ビーム制御計算級5によって計算された所望の方向にビームを向けるためのビーム走査用位相と、移相器制御鉄麗4内に保持されている工作特度のはらつきによる四分配合成回路3から素子アンテナ1までの電気長の選による各業子アンテナの励緩位相の理想波面(例えば、等位相波面)からのずれを補正する位相データを加えたデータである。

【9005】次に、移相器2に位相データを設定する処 26 選について説明する。ビーム定資を行うためのビーム定資用位相計算はビーム制御計算級5によって行われるが、どれだけビームを細かく制御できるかは、移相器2のビット数、ビーム制御計算級5の計算を行うビット数、電力分配合成回路3から煮子アンテナ!までの電気長の差による履想波面からのずれを補正する位相データの至子化ビット数によって決まる。従来のフェーズドアレーアンテナにおいては、ビーム制御計算級5の計算を行うビット数と、電力分配合成回路3から煮子アンテナ!までの電気長の差による各素子アンテナの励振位相の 30 理想波面からのずれを補正する位相データの量子化のビット数は等しくなるよう情成されている。

【0006】図18は、ビーム制御計算級5でビーム定 強用位相データを計算してから移相器2に設定されるま での演算フローを示したものである。

【0007】図18に示すような電子化された計算を行う場合、最終の移相器に設定される位相データには計算過程で発生した誤差が含まれる。

【0008】ビーム定査を行うための各移相器のビーム 定直用位相の計算から実際に移相器に与える位相データ 46 を計算するまでの計算過程で発生する誤量が、移相器に 設定する位相データのL.S.Bに影響を与える確率P errは次式で与えられる。

[0009]

【数1】

P_{6RR} = 0.5 ÷ 2^{A-B} 【9910】 数1 において、Aはビーム制御計算級 の計算を行うビット数、Bは移相器のビット数である。 また、移相器し、S、Bに誤差を含んだ素子数Nerr

は次式で与えられる。

[0011] [数2]

N_{ERR} = P_{ERR} × N

【0012】 数2 においてNは全素子数である。また、誤差を含んだ素子によるビーム方向変化の最大値は 次式で与えられる。

[0013]

【数3】

$$\Delta\theta = \frac{N_{ERR} - \phi}{2 \cdot k \cdot \cos \theta \cdot \sum_{i=1}^{N/2} E_i \cdot X_i}$$

【9014】 数3 において、かはディジタル移相器の最小位相変化量、kは放致、θはビーム定資角、E」はi番目の素子の緩緩、Xiはi番目の素子の極硬である。

【0015】 数3 で示される値が発生するのは、ビーム制御計算機で計算されたビーム走査用位相データのAビットのビット列のうち、上位のBビットを除いた部分がすべて0となる場合において発生する。上記のような場合は、移相器に与えるBビットの位相データと置子化する前の実験(真値)での位相データが一致する場合であり、このときは置子化による誤差が存在しないことになる。この状態から、少しでもビーム定査を行った場合、至子化された位相データと真値の間には査子化による誤差が含まれることになり、 数3 で示される最大のビーム方向変化が発生する。これは、上記に状態が、Bビットに置子化された位相データと真値とが一致している状態から、少しでもビーム定査を行うために発生する至子化誤差を含んだ意子の配置がアンテナ面内に片寄って発生するためである。

【9016】よって、従来のフェーズドアレーアンテナ の南小ビーム走査特性は、移相器のピット数と、ピーム 制御計算機の計算ピット数によって決まる。

【9017】図19は、従来のフェーズドアレーアンテナにおける後小ビーム売査特性の計算結果を示す図である。計算は、移相器のビット数を5ビット、ビーム制御計算機の計算ビット数および電力分配合成回路から至子アンテナまでの電気長の差を領正する位相データの量子化ビット数を8ビットとした場合について行った。

【0018】また、図20は、「数3」で示される値が 発生する場合の、誤差を含んだ素子のアンテナ面上での 分布を示す図である。図中、9は誤差が+1ビットの素 子、10は誤差が-1ビットの素子である。

【0019】図21は従来の他のフェーズドアレーアンテナを示す図であり、1は赤子アンテナ、Mはモジュール、3は電力分配台成回路、5はビーム制御計算機、8はビーム全進用位相である。

.50 【0020】図22は、モジュールMを示す図であり、

2は移相器、12は位相高算回路、13は低能音増幅 器、6は電気長補正データである。

【0021】次に、動作について説明する。 空間より各 素子アンテナ1に入射した信号はモジュールMへ入力さ れモジュール内の低雑音増幅器13により増幅。 移相器 2により位相調御して、電力分配合成回路3にて入力さ れる。電力分配合成回路3では各モジュールMからの信 号を合成しモノバルス和信号とモノバルス差信号を生成 して出力する。

【0022】一方、モジュール内の移相器2は、モジュ 10 ール内の位相高等回路12により、ビーム制御計算機5 によって計算されたビーム走査用位相8と、上記位相漁 算回路12内に保持されている工作請度のはらつきによる励保位相の電力分配合成回路から素子アンテナまでの 電気長の差による理想波面(例えば、等位相波面)からのずれを論正する位相データ6とを加えた位相データにより制御される。

【0023】ビーム定義を行うためのビーム定費用位相計算はビーム制能計算級5によって行われるが、どれだけビームを細かく料御できるかは、移相器2のビット数、ビーム制御計算級5の計算を行うビット数、電力分配合成回路3から意子アンテナ1までの電気長の差による理想波面からのずれを領正する位相データの量子化ビット数によって決まる。従来のフェーズドアレーアンテナにおいては、モジュール内位相談早回路12の計算を行うビット数と、電力分配合成回路3から素子アンテナ1までの電気長の差による理想波面からのずれを領正する位相データの量子化ビット数は等しくなるよう構成されている。

【0024】図23は、ビーム制御計算級5でビーム定 資用位相8を計算してからモジュールM内の移相器2に 設定されるまでの演算フローを示したものである。

【0025】図23に示すような登子化された計算を行う場合、移相器2に設定される位相データには計算過程で発生した誤差が含まれる。ビーム走査を行うための各移相器2のビーム走査用位相8の計算から表限に移相器2に与える位相データを計算するまでの計算過程で発生する誤差が、移相器2に設定する位相データのし、S、Bに影響を与える確率Perrは次式で与えられる。【0026】

[84]

$$P_{ERR} = 0.5 \div 2^{A-B}$$

【0027】 数4 において、A はモジュール内位 相違原回路 12の計算を行うビット数。 B は移相器のビット数である。また、移相器のL、S、B に誤差を含ん だ素子数Nerraよび誤差を含んだ素子によるビーム 方向変化の最大値は上記した。数2 *** 数3 ** で与え される。 【9028】 数3 で示される値が発生するのは、モジュール内位相演算回路」2で計算されたAビットのビット列のうち、上位のBビットを除いた部分がすべて0となる場合において発生する。上記のような場合は、移相器に与えるBビットの位相データと量子化する前の実数(真値)での位相データが一致する場合であり、このときは置子化による態差が存在しないことになる。この状態から、少しでもビーム走査を行った場合、量子化された位相データと真値の間には置子化による誤差が含まれるとになり、「数3"で示される最大のビーム方向変化が発生する。これは、上記に状態が、Bビットに置子化された位相データと真値とが一致している状態から、少しでもビーム走査を行うために発生する量子化誤差を含んだ素子の配慮がアンテナ面内に片寄って発生するためである。

【0029】よって、従来のフェーズドアレーアンテナ の微小ビーム走空特性は、移相器のビット数と、位相演 専回路の計算ビット数によって決まる。

【0030】なお、従来のフェーズドアレーアンテナに おける機小ビーム定査等性の計算結果を図19に示す。 計算は、移相器のビット数を5ビット・モジュール内位 相高声回路の計算ビット数ねよび電力分配合成回路から 素子アンテナまでの電気長の差を補正する位相データの 置子化ビット数を8ビットとした場合について行った。 【0031】また、「数3」で示される値が発生する場合の 誘急を含んだ素子のアンテナ面上での分布を図20に示す。

[0032]

【発明が解決しようとする課題】従来のフェーズドアレ の ーアンテナ装置は、以上のように構成されているので、 ビーム制御計算機又はモジェール内位相演算回路の計算 精度で実現できる細かさのビーム走査特性しか得ること しかできないという問題点があった。

【0033】との発明は上記のような問題点を解消する ためになされたもので、ビーム制御計算銭又はモジュー ル内位相演算函路の計算結度で実現できる以上の細かさ のビーム走査特性を持つフェーズドアレーアンテナ装置 を得ることを目的としている。

[0034]

40 【課題を解決するための手段】この発明に係るフェーズ ドアレーアンテナ芸農は、電力分配合成回路から各案子 アンテナまでの電気長の差による理想液面からのずれを 箱正する移相型をビーム網部計算級と同じ計算精度で置 子化した位相データと、不足している計算精度を補うランダムな位相データを保持し、ビーム網御計算機から送 られる量子化されたビーム走査用位相に加えるようにし たものである。

【0035】また、使用周波数帯域内で電力分配合成回 路から各煮子アンテナまでの電気長の差による理想波面 からのずれを補正する移租型をビーム網御計算機と同じ 計算精度で置子化した位相データを複数個待ち、不足し ている計算精度を縮うランダムな位相データを周波数に 関係なく1つ保持し、それぞれの位相データをヒーム料 御計算級から送られる量子化されたビーム走査用位相に 加えるようにしたものである。

【0036】また、電力分配合成回路から各意子アンテ ナまでの電気長の差による理想波面からのずれを補正す る移相費を所望の細かさでビーム定査を行うのに必要な 計算請度で置子化した位相データを保持し、ビーム制御 計算機から送られる量子化されたビーム定査用位相に加 10 えるようにしたものである。

【0037】また、電力分配台成回路から各素子アンテ ナまでの営気長の差による理想波面からのずれを補正す る移租量をビーム制御計算機と同じ計算精度で量子化し た位相データと、不足している計算請度を結うランダム な位相データを発生する乱致発生回路を有し、ビーム制 御計算機から送られる置子化されたビーム定査用位相に 加えるようにしたものである。

【0038】また、使用周波数帯域内で電力分配合成回 からのずれを補正する移相量をビーム調御計算機と同じ 計算請度で置子化した位相データを複数個待ち、不足し ている計算特度を描うランダムな位組データを周波数に 関係なく1つ発生する乱数発生回路を有し、それぞれの 位祖データをビーム制御計算級から送られる量子化され たビーム定査用位相に加えるようにしたものである。

【0039】との発明に係るフェーズドアレーアンテナ 装置は、電力分配台成回路から各案子アンテナまでの電 気長の差による理想波面からのずれを補正する位相デー タをモジュール内位相演算回路と同じ計算精度で量子化 30 した位相データと、不足している計算稿度を箱ろランダ ムな位相データを保持し、モジュール内位相消算回路内 でビーム制御計算機から送られる量子化されたビーム定 査用位相に加えるようにしたものである。

【0040】また、使用周波数帯域内で弯力分配合成回 路から各意子アンテナまでの電気長の差による理想波面 からのずれを補正する位相データをモジュール内位相違 算回路と同じ計算精度と同じ計算精度で置子化した位相 データを複数個持ち、不足している計算精度を捕ろラン ダムな位相データを国波数に関係なく1つ保持し、モジ 40 ュール内位相演算回路内でそれぞれの位相データをビー ム詞弾計算機から送られる量子化されたビーム走査用位 相に加えるようにしたものである。

【0041】また、電力分配合成回路から各案子アンテ ナまでの電気長の差による理想波面からのずれを補正す る移租置を所望の細かさでビーム定査を行うのに必要な 計算箱度で量子化した位租データを保持し、ビーム制御 計算機から送られる量子化されたビーム定査用位相に加 えるようにしたものである。

【0042】また、電力分配合成回路から各案子アンテ 50 ナまでの電気長の差による理想波面からのずれを補正す る位相データをモジュール内位相演算回路と同じ計算精 度で量子化した位相データと、不足している計算請度を **箱クランダムな位相データを発生する乱数発生回路を有** し、モジュール内位相演算回路内でピーム制御計算機か ち送られる置子化されたビーム定査用位相に加えるよう にしたものである。

10

【0043】また、使用周波数帯域内で電力分配合成回。 鑑から各案子アンテナまでの電気長の差による理想波面 からのずれを補正する位相データをモジュール内位相違 算回路と同じ計算特度と同じ計算特度で量子化した位相 データを複数闘持ち、不足している計算精度を捕ろラン ダムな位相データを周波数に関係なく1つ発生する乱数 発生回路を有し、モジュール内位相背質回路内でそれぞ れの位相データをピーム調剤計算級から送られる量子化 されたビーム走査用位相に加えるようにしたものであ 3.

【0044】また、ビーム制御計算機からの煮干座標デ ータと波長データとビーム指向方向からビーム走査用位 銘から各素子アンテナまでの電気長の差による理想波面 20 相を消算すると同時に、電力分配台成回路から各素子ア ンテナまでの電気長の差による理想波面からのずれを指 正する位相データをモジュール内位相海算回路と同じ計 算結度で量子化した位相データと、位相演算回路にて不 足している計算箱度を縮うランダムな位相データを保持 し、ビーム定査用位相に加えるようにしたものである。 【0045】また、ビーム副御計算機からの案子座標デ ータと波長データとビーム指向方向からビーム走査用位 相を演算すると同時に、電力分配台成回路から各素子で ンテナまでの電気長の差による理想液面からのずれを箱 正する位相データをモジュール内位相演算回路と同じ計 算舗度で置子化した位相データと、位相演算回路にて不 足している計算稿度を縮うランダムな位相データを発生 する乱数発生回路を有し、ビーム定査用位相に加えるよ うにしたものである。

[0046]

【作用】この発明は、ビーム制御計算機で不足している 所望の細かさでピーム走査を行う計算結度を譲う位相デ ータを移相器調剤装置内で加算するので、所望の細かさ でピーム定査を行うことができる。

【0047】またこの発明は、モジュール内位相演算回 路で不足している所筮の細かさでビーム定査を行う計算 精度を縮う位相データをモジュール内位相演算回路内で 加算するので、所望の細かさでビーム走査を行うことが できる。

[0048]

【実総例】

実施例1.図1はこの発明の1実施例を示す図であり、 図において、1は煮子アンテナ、2は移相器、3は電力 分配合成回路。4は移相器副御慈歴。5はビーム副御計 算機、6は電気長縮正データ、7は計算精度縮正デー

を示す図であり、1は素子アンテナ、2は移相器、3は 電力分配合成回路、4は移相器制御鉄密、5はヒーム制 御計算機、6は電気長浦正データ、8はビーム走査用位 相である。

【0003】次に、動作について説明する。空間より各 素子アンテナ1に入射した信号は移相器2により位相制 御して、電力分配合成回路3にて入力される。電力分配 合成回路3では各素子アンテナ1からの信号を合成しモ ノバルス相信号とモノバルス差信号を生成して出力す

【0004】一方、移相器とは移相器副御装置4からの移相器制御信号によって動作する。この移相器副御信号は、ビーム制御計算級5によって計算された所望の方向にビームを向けるためのビーム定査用位相と、移相器制御装置4内に保持されている工作情度のばらつきによる電力分配台校回路3から素子アンテナ1までの電気長の差による各案子アンテナの励振位相の理想波面(例えば、等位相波面)からのずれを槍正する位相データを加えたデータである。

【0005】次に、移相器2に位相データを設定する処 20 理について説明する。ビーム完査を行うためのビーム定査用位相計算はビーム料卸計算機5によって行われるが、どれだけビームを細かく料御できるかは、移相器2のビット数、電力分配合成回路3から素子アンテナ1までの電気長の差による運想波面からのずれを補正する位相データの電子化ビット数によって決まる。従来のフェーズドアレーアンテナにおいては、ビーム制卸計算機5の計算を行うビット数と、電力分配合成回路3から素子アンテナ1までの電気長の差による各素子アンテナの励振位相の 30 理想液面からのずれを消止する位相データの貴子化のビット数は等しくなるよう構成されている。

【0006】図18は、ビーム料御計算級5でビーム走査用位相データを計算してから移相器2に設定されるまでの演算フローを示したものである。

【9907】図18に示すような量子化された計算を行う場合、最終の移相器に設定される位相データには計算過程で発生した誤差が含まれる。

【0008】ビーム定査を行うための各移相器のビーム 定査用位相の計算から実際に移相器に与える位相データ 49 を計算するまでの計算過程で発生する誤差が、移相器に 設定する位相データのL. S、Bに影響を与える確率P errは次式で与えられる。

[0009]

【數1】

 $P_{ERR} = 0.5 \div 2^{A-B}$

【0010】 数1 において、Aはビーム制砂計算機の計算を行うビット数、Bは移相器のビット数である。また、移相器し、S、Bに誤差を含んだ素子数Nerrは次式で与えられる。

[9911] [数2]

Nerr = Perr x N

[00]2] 数2 においてNは全素子数である。また、誤差を含んだ素子によるビーム方向変化の最大値は次式で与えられる。

[0013]

【数3】

$$\Delta \theta = \frac{N_{ERR} - \phi}{2 \cdot k \cdot \cos \theta - \sum_{i=1}^{N/2} E_i - X_i}$$

【0014】「数3」において、本はディジタル移相器の最小位相変化量、kは波数、θはビームを登角、Eiはi番目の素子の振幅、Xiはi番目の素子の座録である。

【0015】 数3 で示される値が発生するのは、ビーム副副計算機で計算されたビーム走査用位相データの Aビットのビット列のうち、上位のBビットを除いた部分がすべて0となる場合において発生する。上記のような場合は、移相器に与えるBビットの位相データと置子化する前の真数(真値)での位相データが一致する場合であり、このときは貴子化による誤差が存在しないことになる。この状態から、少しでもビーム定査を行った場合、量子化された位相データと真値の間には貴子化による誤差が含まれることになり、 数3 で示される最大のビーム方向変化が発生する。これは、上記に状態が、Bビットに貴子化された位相データと真値とが一致している状態から、少しでもビーム定査を行うために発生する量子化誤差を含んだ案子の配置がアンテナ面内に片寄って発生するためである。

【0016】よって、従来のフェーズドアレーアンテナ の資小ビーム走査特性は、移相器のビット数と、ビーム 制剤計算機の計算ビット数によって決まる。

【0017】図19は、従来のフェーズドアレーアンテナにおける機小ビーム产査特性の計算結果を示す図である。計算は、移相器のビット数を5ビット、ビーム制御計算機の計算ビット数および電力分配合成回路から意子アンテナまでの電気長の差を確正する位相データの量子化ビット数を8ビットとした場合について行った。

【9018】また、図20は、「数3」で示される値が 発生する場合の、誤差を含んだ素子のアンテナ面上での 分布を示す図である。図中、9は誤差が+1ビットの素子、10は誤差が-1ビットの素子である。

【0019】図21は従来の他のフェーズドアレーアンテナを示す図であり、1は素子アンテナ、Mはモジュール 3は電力分配台成回路 5はビーム制御計算機、8はビーム売査用位相である。

59 【0020】図22は、モジュールMを示す図であり、

2は移相器、12は位相演算回路、13は低能音増幅 器、6は電気長値正データである。

【0021】次に、動作について説明する。空間より各 素子アンテナ1に入射した信号はモジュールMへ入力さ れモジュール内の低能音増幅器13により増幅、移相器 2により位相調御して、電力分配合成回路3にて入力さ れる。電力分配合成回路3では各モジュールMからの信 号を合成しモノバルス和信号とモノバルス差信号を生成 して出力する。

【りり22】一方、モジュール内の移相器2は、モジュ 10 ール内の位相高算回路12により、ビーム制御計算級5 によって計算されたビーム走査用位相8と、上記位相適算回路12内に保持されている工作箱度のばらつきによる励保位相の電力分配台成回路から素干アンテナまでの電気長の景による理想液面(例えば、等位相液面)からのずれを補正する位相データ6とを加えた位相データにより副御される。

【0023】ビーム定番を行うためのビーム定査用位相計算はビーム調剤計算機5によって行われるが、どれだけビームを細かく制御できるかは、移間器2のビット数、ビーム制御計算機5の計算を行うビット数、モジュール内位相消算回路12の計算ビット数、電力分配台成回路3から変子ンテナ1までの電気長の差による理想・波面からのずれを結正する位相データの置子化ビット数によって決まる。従来のフェーズドアレーアンテナにおいては、モジュール内位相演算回路12の計算を行うビット数と、電力分配台成回路3からのずれを結正する位相データの置く長の差による理想液面からのずれを結正する位相データの置くにピット数は等しくなるよう構成されている。

【0024】図23は、ビーム制御計算級5でビーム定 強用位相8を計算してからモジュールM内の移相器2に 設定されるまでの演算フローを示したものである。

【0025】図23に示すような貴子化された計算を行う場合、移相器2に設定される位相データには計算過程で発生した誤差が含まれる。ビーム走査を行うための各移相器2のビーム走査用位租8の計算から高限に移相器2に与える位相データを計算するまでの計算過程で発生する誤差が、移租器2に設定する位相データのし、S、Bに影響を与える確率Perrは次式で与えられる。40 [0026]

【数4】

$$P_{ERR} = 0.5 + 2^{A-B}$$

【0027】 数4、において、A、はモジュール内位相高浄国路12の計算を行うビット数 Bは移相器のビット数である。また、移相器のL、S、Bに誤差を含んだ素子数Nerraよび誤差を含んだ素子によるビーム方向変化の最大値は上記した。数2 数3 で与えるわる。

【0028】「数3」で示される値が発生するのは、モジュール内位相演算回路12で計算されたAビットのビット列のうち。上位のBビットを除いた部分がすべて0となる場合において発生する。上記のような場合は、移相器に与えるBビットの位相データと至子化する前の実数(真値)での位相データが一致する場合であり、このときは置子化による誤差が存在しないことになる。この状態から、少しでもビーム走査を行った場合、至子化された位相データと真値の間には置子化による誤差が含まれることになり。「数3」で示される最大のビーム方向変化が発生する。これは、上記に状態が、Bビットに置子化された位相データと真値とが一致している状態から、少しでもビーム走査を行うために発生する量子化誤差を含んだ素子の配置がアンテナ面内に片寄って発生するためである。

[0029]よって、従来のフェーズドアレーアンテナ の微小ビーム走査特性は、移相器のビット数と、位相演 専国路の計算ビット数によって決まる。

[0030]なお、従来のフェーズドアレーアンテナにおける機小ビーム走査特性の計算結果を図19に示す。計算は、移相器のビット数を5ビット、モジュール内位相信専国語の計算ビット数および電力分配合成国路から素子アンテナまでの電気長の差を領正する位相データの量子化ビット数を8ビットとした場合について行った。
[0031]また、数3 で示される値が発生する場合の、誤差を含んだ素子のアンテナ面上での分布を図20に示す。

[0032]

【急明が解決しようとする課題】 従来のフェーズドアレ ウーアンテナ装置は、以上のように構成されているので、 ビーム制御計算権又はモジェール内位相演算回路の計算 精度で実現できる細かさのビーム定査特性しか得ること しかできないという問題点があった。

【0033】 この発明は上記のような問題点を解消するためになされたもので、ビーム制御計算級又はモジュール内位相演算回路の計算稿度で実現できる以上の細かさのビーム走査特性を持つフェーズドアレーアンテナ萎騰を得ることを目的としている。

[0034]

5 【課題を解決するための手段】この発明に係るフェーズ ドアレーアンテナ装屋は、電力分配合成回路から各案子 アンテナまでの電気長の差による理想液面からのずれを 箱正する移相型をビーム調節計算機と同じ計算結度で置 子化した位相データと、不足している計算積度を補うラ ンダムな位相データを保持し、ビーム調節計算機から送 られる質子化されたビーム走査用位相に加えるようにし たものである。

【0035】また、使用周波数帯域内で電力分配合成回 路から各意子アンテナまでの電気長の差による理想液面 59 からのずれを補正する移租型をビーム調御計算機と同じ 計算稿度で置子化した位組データを複数個待ち、不足し ている計算精度を縮うランダムな位相データを周波数に 関係なく1つ保持し、それぞれの位祖データをビーム制 御計算級から送られる量子化されたビーム定査用位相に 加えるようにしたものである。

【0036】また、電力分配合成回路から各案子アンテ ナまでの電気長の差による理想波面からのずれを補正す る移相量を所望の細かさでビーム定査を行うのに必要な 計算箱度で置子化した位相データを保持し、ビーム制御 えるようにしたものである。

【0037】また、電力分配合成回路から各業子アンテ ナまでの電気長の差による理想波面からのずれを補正す る移租量をビーム制御計算機と同じ計算精度で量子化し た位相データと、不足している計算精度を積うランダム な位相データを発生する乱致発生回路を有し、ビーム制 御計算級から送られる量子化されたビームを査用位相に 加えるようにしたものである。

【0038】また、使用周波数帯域内で電力分配合成回 からのずれを補正する移租室をピーム制御計算機と同じ 計算結度で量子化した位相データを複数値待ち、不足し ている計算精度を縮うランダムな位相データを周波数に、 関係なく1つ発生する乱数発生回路を有し、それぞれの 位相データをビーム制御計算機から送られる貴子化され たビーム走査用位相に加えるようにしたものである。

【10039】との発明に係るフェーズドアレーアンテナ 装置は、電力分配台成回路から各景子アンテナまでの電 気長の差による理想波面からのずれを補正する位相デー タをモジュール内位相演算回路と同じ計算精度で量子化 39 した位相データと、不足している計算稿度を箱ろランダ ムな位相データを保持し、モジュール内位相消算回路内 でヒーム制御計算観から送られる置子化されたヒームを 査用位相に加えるようにしたものである。

【0040】また、使用周波数帯域内で電力分配合成回 路から各案子アンテナまでの電気長の差による理想波面 からのずれを補正する位相データをモジュール内位相流 算回路と同じ計算精度と同じ計算精度で量子化した位相 データを複数個持ち、不足している計算精度を捕ろラン ダムな位相データを国波数に関係なく1つ保持し、モジ 40° ュール内位相消算回路内でそれぞれの位相データをビー ム制御計算機から送られる量子化されたビーム走査用位 相に加えるようにしたものである。

【0041】また、電力分配台成回路から各案子アンテ ナまでの電気長の差による理想波面からのずれを補正す る移租費を所望の細かさでビーム走査を行うのに必要な 計算結度で貴子化した位祖データを保持し、ビーム制御 計算機から送られる量子化されたビーム定査用位相に加 えるようにしたものである。

【0042】また、電力分配台成回路から各素子アンテ 50 算機、6は電気長縮正データ、7は計算精度縮正デー

ナまでの電気長の差による腫想液面からのずれを補正す る位相データをモジュール内位相演算回路と同じ計算精 一 度で量子化した位相データと、不足している計算請度を 縮ろランダムな位相データを発生する乱数発生回路を有 し、モジュール内位相溶質回路内でビーム制御計算機か ち送られる置子化されたビーム定査用位相に加えるよう にしたものである。

16

【0043】また、使用周波数帯域内で電力分配合成回 路から各案子アンテナまでの電気長の差による理想波面 計算探から送られる量子化されたビーム定査用位相に加 10 からのずれを補正する位相データをモジュール内位相譲 算国路と同じ計算精度と同じ計算精度で置子化した位相 データを複数個待ち、不足している計算精度を捕ろラン ダムな位相データを国波数に関係なく1つ発生する乱数 発生回路を有し、モジュール内位相消費回路内でそれぞ れの位相データをピーム制御計算機から送られる量子化 されたビーム走査用位相に加えるようにしたものであ

【0044】また、ビーム調節計算機からの電子座標デ ータと波長データとビーム指向方向からビーム走査用位 騒から各素子アンテナまでの電気長の差による恒憩波面 20 相を演算すると同時に、電力分配台成回路から各素子ア ンテナまでの電気長の差による理想波面からのずれを結 正する位相データをモジュール内位相演算回路と同じ計 算請度で置子化した位相データと、位相演算回路にて不 足している計算精度を縮うランダムな位相データを保持 し、ビーム定査用位相に加えるようにしたものである。 【①①45】また、ビーム副御計算機からの素子座標デ ータと波長データとビーム指向方向からビーム走査用位 相を消算すると同時に、電力分配合成回路から各素子ア ンテナまでの電気長の差による理想液面からのずれを縮 正する位相データをモジュール内位相演算回路と同じ計 算精度で置子化した位相データと、位相演算回路にて不 足している計算稿度を縮うランダムな位相データを発生 する乱数発生国路を有し、ビーム定査用位相に加えるよ うにしたものである。

100461

【作用】この発明は、ビーム制御計算機で不足している 所望の細かさでビーム定査を行う計算結度を指う位相デ 一タを移相器調御装置内で加算するので、所望の細かさ でピーム定査を行うことができる。

【0047】またこの発明は、モジュール内位相消算回 路で不足している所望の細かさでビーム走査を行う計算 精度を縮う位相データをモジュール内位相消算回路内で 加算するので、所望の細かさでビーム走査を行うことが てきる。:

[0048]

(実施例)

実施例1.図1はこの発明の1実施例を示す図であり、 図において、1は素子アンテナ、2は移相器、3は電力 分配合成回路。4は移相器副御装置。5はビーム副御計

【0049】次に動作について説明する。 空間より各案 子アシテナ1に入射した信号は、移租器2により位相制 御して電力分配合成回路3に入力される。電力分配合成 回路3では、各素子アンテナからの信号を合成しモノバ ルス和信号とモノバルス差信号を生成して出力する。

【0050】一方、移相器2は移相器副御信号によって 動作する。この移相器制御信号は、ビーム制御計算級5 によって計算された所望の方向にビームを向けるための ビーム定査用位相8に、電力分配合成回路3から素子ア 19 ンテナーまでの電気長に差による理想波面からのずれを 宿正する位相データ6と、ビームを細かく制御するため のランダムな位钼データ?を加えたものである。

【0051】次に、細かくビーム定査を行う場合につい て説明する。 図2は、この発明による位相制御の清算フ ローを示したものである。との発明では、ビーム走査を 行うためのビーム企査用位担計算がビーム制御計算機5 によって行われる過程での計算特度で実現できる" 数 1 で示されるところの資小ビーム走査特性が大きく。 算精度の不足を捕うデータ?をピーム調御計算機ちによ って計算されたビーム走査用位相8に加えるようにして いる。

【0052】次に、計算額度の不足を補うデータの役割 について説明する。従来の場合、前述の「数3」にて求 められる最大のビーム方向変化の発生は、ビーム調御計 算機5で計算されたAビットのビーム走登用位相8のビ ット列のうち、移相器のビット数に組当する上位のBビ ットを除いた部分がすべてりとなる場合の近傍において 発生する。これは、上記の状態が、Bビットに量子化さ 30 れた位相データと真値とが一致している状態から、少し でもピーム走査を行うために発生する量子化誤差が、ア ンテナ面内に片寄って発生するためである。

【0053】よって、この片寄りをなくすデータとし て、所望の微小ビーム定査特性を得るのに必要な計算時 のビット数Cのうち、実際のビーム調御計算機5の計算 時のピット数Aに相当する上位Aピット分を除いた部分 に、0~2*****) の値をとるランダムな数値を入れ上位 Aビット分はすべてOとなるようなデータを保持し、ビ ーム制御計算機5から送られたビーム走査を行うための 49 ビーム定査用位相8に、電力分配合成回路3から素子で ンテナーまでの電気長に差による理想波面からのずれを **宿正する位相データ6を加えて理想波面に近付けた後** に、ビームを細かく制御するための計算精度補正データ 7を加えて、移相器の設定するBピット量子化を行うこ とにより、ビーム定査用位組8を演算する過程で発生し た誤差がアンテナ面上で片寄ることなくアンテナ面上に 分散されるので、大きなビーム偏移が発生することなく ピームを細かく走査できる。

【0054】図3に、この発明によるフェーズドアレー

アンテナの微小ビーム定査特性の計算結果を示す。計算 は、移相器2のビット数Bを5ビット、ビーム副御計算 級5の計算ビット数Aおよび電力分配合成回路から案子 アンテナまでの電気長の差を補正する位相データ6の畳

12

子化ピット数Aを8ピットとし、所望の微小ピーム定査 特性を得るために必要な計算ピット数Cを16ピットと した場合について行った。

【0055】また、図4に、*数3*で示される値が発 生する場合の、誤差を含んだ素子のアンテナ面上での分 布を示す。図中、9は誤差が+1ビットの素子、10は 護差が-1ビットの素子である。

【0056】図3、図4から分るように、微小ビーム定 査特性は改善され、誤差の発生している素子のアンテナ 面上での片寄りが無くなっていることがわかる。

【0057】実施例2. 図5は、この発明の実施例2に ついて説明したものである。この実施例2はアンテナが 任意の周波数帯域を持ち、電力分配合成回路3から素子 アンテナ1までの電気長の差による理想波面からのずれ を補正する位相データ6を周波数帯域内で複数個持つ場 より細かくビーム走査を行うことが必要な場合。その計 20 合についての例である。この実施例は、移相器に設定さ れる位相データは、ビーム調節計算機5で計算されたビ ーム走査位相8 に、RF信号の周波数に応じた周波数常 域の電気長箱正データ6を加え、周波数に関係なく1つ 保持しているビーム制御計算機5の計算精度を補正する 計算結度補正データイを加えて移相器に設定するための 置子化を行う場合について示している。ここで計算精度 箱正データ7は、実施例1で説明したように、ビーム走 査位相8を計算するうえで発生する計算誤差を含んだ素 子をアンテナ面上に片寄ることなく分散させる役割を持 つデータであり、国波数によって選択される電気長浦正 データ6との組合せによって、誤差を含んだ素子のアン テナ面上への分散の仕方が変化するだけであり周波数に 依存せず!つ持てはよく、実施例1と同様に細かくビー ム走査を行うことができる。

> 【0058】実施例3. 図6は、この発明の実施例3に ついて説明したものである。上記の実能例では、電力分 配合成回路3から素子アンテナ1までの電気長の差によ る理想波面からのずれを補正する位相データ6をビーム 制御計算機5内の計算ビット数と同じビット数で量子化 し、不足している計算精度を縮うランダムな位相データ 7を別途保持する場合ついて述べたが、図6に示す例 は、電力分配合成回路3から素子アンチナ1までの電気。 長の差による理想波面からのずれを補正する位祖データ 6を所望の細かさでピーム走査を行うのに必要なピット 数で量子化した場合を示している。この場合、上記の冥 施例における計算精度箱正データに当たるデータは、電 気長輔正データに含まれていることになり、電気長箱正 データをビーム走査用位相に加えることにより、誤差を さんだ素子をアンテナ面上に片寄ることなく分散させる 20 ことができ、ビームを細かく定査することができる。

【9059】実施例4. 図7は、この発明の実施例4に ついて説明したものである。上記の実施例1では、電力 分配合成回路3から素子アンテナ!までの電気長の差に よる理想波面からのずれを補正する位相データ6をビー ム制御計算級5内の計算ビット数と同じビット数で量子。 化し、不足している計算請度を縮うランダムな位相デー **ケ?を別途保持する場合について述べたが、図?に示す** 例は、不足している計算結成を縮うランダムな位相デー タ?を1つ保持する代りに、計算精度を縮うのに必要な ビット長の乱数を発生させる乱数発生回路!1を有する 19 場合を示しており、この乱数発生回路で発生させたデー タをピーム走査用位相に加えることによって上記実施例 と同様に効果が得られる。

【0060】実施例5. 図8は、この発明の実施例5に ついて説明したものである。この実施例はアンテナが任。 意の周波数帯域を持ち、電力分配合成回路3から素子ア ンテナーまでの電気長の差による塑想波面からのずれを 宿正する位相データ6を周波数帯域内で複数個博ち、不 足している計算領度を行うランダムな位相データでは周 波数に関係なく1つ待つだけ発生する乱数発生回路!! 20 を有する場合の例で、実施例2における計算精度補正デ ータ7の代りとなるランダムなデータを乱数発生回路に て発生させ、ビームを査用位相8に加えるようにしたの で、上記真施例と同様に、誤差を含んだ素子をアンテナ 面上に片寄ることなく分散させることができ、細かくビ ーム走査を行うことができる。

【0061】実践例6. 図9はこの発明の実施例6を示 すモジュールMの図であり、図において、2は移相器、 1.2 以位相演章同歌。1.3 以低维音增幅器。6 以電気長 着正データ、?は計算精度補正データである。

【りり62】次に動作について説明する。空間より各案 子アンテナ1に入射した信号は、モジュール内の低雑音 増帽器13で増帽され移相器2により位相制御されて電 ガ分配台成回路3に入力される。 電力分配台成回路3で は、 各モジュールMからの信号を合成しモノバルス箱信 号とモノバルス差信号を生成して出力する。

【0063】一方、移相器2はモジュール内位相演算回 路12かろの信号によって動作する。 この信号は、ビー ム調砂計算級によって計算されモジュールに送られた所 誓の方向にピームを向けるためのピーム定査用位相8 に 位相演算所以12内の電力分配合成同級から素子で ンテナまでの電気長に差による理想波面からのずれを結 正する位相データ6とピームを細かく副御するためのラ ンダムな位相データ (計算箱度箱正データ) 7を加えた ものである。

【0064】次に、細かくピーム定査を行う場合につい て説明する。図10は、この発明による位相制御の演算 フローを示したものである。この発明では、ビーム制御 計算機4によって行われるビーム定費を行うためのビー ム走査用位相8と電力分配合成回路3から素子アンテナ 50

1までの電気長の差による理想波面からのずれを補正す る位組6を位組演算回路12内にて加算する計算が、ビ ーム調御を行う計算特度で実現できる。数4. で示され るところの微小ビーム定査特性が大きく、より細かくビ

ーム走査を行うことが必要な場合、その計算精度の不足 を捕ろデータ?を位相演算回路12内に保持し、ビーム 制御計算機4によって計算されたビーム定査用位組8に 加えるようにしている。

【0065】次に、計算請度の不足を補うデータの役割 について説明する。従来の場合、前述の「数3」にて求 められる最大のビーム方向変化の発生は、モジェール内 位祖清草回路12で計算されたAピットのピーム走査用 位钼データ8のピット列のうち、移钼器2のピット数に 相当する上位のBビットを除いた部分がすべてOとなる 場合の近傍において発生する。これは、上記に状態が、 Bビットに置子化された位相データと真値とが一致して いる状態から、少しでもピーム定査を行うために発生す る量子化誤差が、アンテナ面内に片寄って発生するため てある。

【0066】よって、位相演算回路12内に、との片寄 りをなくすデータとして、所望の微小ビーム定査特性を 得るのに必要な計算時のピット数Cのうち、実際の位相 演算回路12での計算時のピット数Aに相当する上位A ビット分を除いた部分に、0~255つ の値をとるラン ダムな数値を入れ上位Aピット分はすべてOとなるよう なデータを保持し、ビーム副御計算機4から送られたビ ーム走査用位相データ8に上記データと、電力分配合成 国路3から煮干アンテナ1までの電気長に差による運想 波面からのずれを結正する位相データ6を加えた後に、

移組器2の設定するBビット量子化を行うことにより、 ビーム走査用位相データ8を演算する過程で発生した誤 差がアンテナ面上で片含ることなくアンテナ面場に分散 されるので、大きなビーム個移が発生することなくビー ムを細かく定在できる。

【0087】この発明の実施例6によるフェーズドアレ ーアンテナの微小ビーム走査特性の計算結果を図3に示 す。計算は、移相器6のピット数Bを5ピット。モジュ 一ル内位相演算回路7の計算ビット数Aおよび電力分配 台成回路3から素子アンテナ1までの電気長の差を箱正 する位相データ9の量子化ビット数Aを8ビットとし、

所望の後小ビーム定省特性を得るために必要な計算ビッ ト数Cを16ビットとした場合について行った。

【0068】また、図4に、* 数3* で示される値が発 生する場合の、誤差を含んだ素子のアンテナ面上での分 布を示す。図中、10は誤差が+1ビットの案子、11 は誤差が一丁ピットの案子である。

【0069】図3、図4から分るように、微小ビーム定 査特性は改善され、誤差の発生している素子のアンテナ 面上での片寄りが無くなっていることがわかる。

【0070】実総例7. 図11は、この発明の実総例7

によるモジュールについて説明したものである。この実 施門はアンテナが任意の周波数帯域を持ち、電力分配台 成回路3から素子アンテナ1までの電気長の差による理 想設面からのすれを結正する位相データを周波数帯域内 で複数個詩つ場合についての例である。この冥緒例7 は、移相器2に設定されるデータは、ビーム制御計算機 て計算されたビーム走査用位相に、RF信号の国波数に 応じた国波数の電気長箱正データ6を加え、国波数に関 係なく1つ保持しているビーム制御計算機の計算値度を 宿正する計算領度宿正データ7を加えて移相器2に設定 10 するための量子化を行う場合について示している。ここ で、計算精度補正データでは、実施例1で示したよう に、ビームを査用位相8を計算するうえで発生する計算 誤差を含んだ素子をアンテナ面上にかたよることなく分 散させる役割を持つデータであり、周波数によって選択 される電気長補正データとの組合せによって、誤差を含 んだ素子のアンテナ面上への分散の仕方が変化するだけ であり周波数に依存せず1つ待てはよく、真施例1と同 様に細かくビーム定査を行うことができる。

15

【0071】実施例8. 図12は、この発明の実施例8 29 について説明したものである。上記の実施例では、電力 分配合成回路から素子アンテナまでの電気長の差による 理想液面からのずれを箱正する位相データをモジュール 内位相演算回路 12の計算ビット数と同じビット数で置 子化し、不足している計算額度を縮うランダムな位相デ ータを別途保持する場合ついて述べたが、図12に示す 例は、電力分配合成回路から煮子アンテナまでの電気長 の差による選択設面からのずれを結正する位相データ6 を所望の細かさでビーム走査を行うのに必要なビット数 で量子化した場合を示している。この場合、上記の実施 30 例における計算額度箱正データに当るデータは、電気長 箱正データ6に含まれていることになり、電気長補正デ ータ6をビーム走査用位相に加えることにより、誤差を 含んだ素子をアンテナ面上に片寄ることなく分散させる ことができ、ビームを細かく定査することができる。 【0072】実践例9. 図13は、この発明の実践例9. によるモジュールについて説明したものである。実施例 1では、計算請度を結正するランダムな位相データを1 つ保持する場合について述べたが、図13に示す例は、 不足している計算精度を捕うランダムな位相データを発 生させる乱数発生回路11を有する場合を示しており、 この乱数発生回路11で発生させたデータをビーム定査 用位相8に加えることによって上記実施例と同様な効果 が得られる。

【0073】実銘例10. 図14は、この発明の実施例 10によるモンュールについて説明したものである。こ の実経例はアンテナが任意の目波数帯域を持ち、電力分配合成回路から素子アンテナまでの電気長の意による選 想波面からのずれを補正する位相データ6を目波数帯域 内で複数個持ち、周波数に関係なく不足している計算精 50

度を捕うランダムな位相データを乱放発生回路11にて 発生させ、ビーム定査用位相に加えるようにしたので、 上記実施例と同様に、誤差を含んだ素子をアンテナ面上 に片寄るごとなく分散させることができ、細かくビーム 定套を行うことができる。

【0074】実絡例11. 図15は、この発明の実施例11によるモジュールについて説明したものである。上記実施例では、ビーム売査位相データはビーム副御計算機で計算される場合について述べたが、図15に示す実施例では、ビーム制御計算機かる素子座標と液長とビーム指向方向データ15を各モジュールに設定しるモジュール内でビーム走査用位相を演算する場合を示しており、不足している計算特度を補うランダムな位相データ12をモジュール内位相消算回路12内に保持して14で演算されたビーム売査位相に加えることにより上記実施例と同様の効果を奏する。

【0075】実施例12. 図16は、との発明の実施例12によるモジュールについて説明したものである。上記実施例では、ビーム売査位相データはビーム副部計算機で計算される場合について述べたが、図16に示す実施例では、ビーム制御計算機から至于座標と波長とビーム指向方向データ15を各モジュールに設定しるモジュール内でビーム走査用位相を演算する場合を示しており、不足している計算精度を結うランダムな位相データを発生する乱数発生回路11を位相演算回路12内に有し演算されたビーム走査位相に加えることにより上記実施例と同様の効果を奏する。

[0076]

【発明の効果】以上のように、この発明によれば、電力 分配合成回路から煮子アンテナまでの電気長の差による 理想波面からのずれを宿正する位相データと、不足して いる計算精度を補うランダムな位相データを保持し、そ れぞれの位相データをビーム制御計算機から送られるビ ーム走査用位相に加えるようにしたので、ビーム訓練計 算機又はモジェール内位相演算回路の計算精度で実現で きる以上の細かさでピーム走査を行うことのできるフェ ーズドアレーアンテナを得られるという効果がある。 【0077】また、任意の周波数帯域内で、電力分配台 成回路から素子アンテナまでの電気長の差による理想波 面からのずれを補正する位相データを複数値移相器制御 装置的又はモジュール内位相演算回路内に保持している 場合、不足している計算錯度を縮うランダムな位相デー タを周波数に関係なく1つ保持し、それぞれの位相デー タシビーム制御計算機から送られるビーム定費用位相に 加えるようにしたので、ビーム制御計算機又はモジュー ル内位相演算回路の計算錯度で実現できる以上の細かさ でビーム定査を行うことのできるフェーズドアレーアン テナを得られるという効果がある。

【0078】また、電力分配合成回路から素子アンテナまでの電気長の器による理想波面からのずれを補正する

位相を所望の細かさでビーム定査ができる計算請度で置 子化した位相データを保持し、ビーム調節計算機から送 ちれるビーム走査用位相に加えるようにしたので、ビー ム調節計算機又はモジュール内位相高算回路の計算精度 で実現できる以上の細かさでビーム走査を行うことので きるフェーズドアレーアンテナを得られるという効果が ある。

【9079】また、電力分配合成回路から煮子アンテナまでの電気長の差による厚想液面からのずれを補正する位相データと、不足している計算精度を縮うランダムな 19位相データを発生する乱放発生回路を育し、それぞれの位相データをビーム制御計算機から送られるビーム走査用位相に加えるようにしたので、ビーム制御計算機又はモジュール内位相演算回路の計算精度で実現できる以上の細かさでビーム走査を行うことのできるフェーズドアレーアンテナを得られるという効果がある。

【0080】また、任意の周波数帯域内で、電方分配台 成回路から煮子アンテナまでの電気長の差による理想波 面からのずれを補正する位相データを複数個移相器制御 装置内に保持している場合。不足している計算結度を縮 20 うランダムな位相データを周波数に関係なく1つ発生する乱数発生回路を有し、それぞれの位相データをビーム 利剤計算機から送られるビーム定査用位相に加えるようにしたので、ビーム制御計算機の計算結度で実現できる 以上の細かさでビーム定査を行うことのできるフェーズ ドアレーアンテナを得られるという効果がある。

【0081】また、任意の周波数帯域内で、電力分配合成四路から意子アンテナまでの電気長の差による理想波面からのずれを補正する位相データを複数個モジュール内位相演算回路内に保持している場合。不足している計算領域を補うランダムな位相データを発生する乱数発生回路を有し、それぞれの位相データをビーム制御計算級から送られるビーム定査用位相に加えるようにしたので、モジュール内位相演算回路の計算結成で意現できる以上の細かさでビーム定査を行うことのできるフェーズドアレーアンテナを得られるという効果がある。

【図画の簡単な説明】

【図1】この発明の実施関1によるフェーズドアレーアンテナ装置の構成を示す図である。

【図2】この発明の実施関1によるフェーズドアレーア 40 ンテナ装置の位相演算のフローを示す図である。

【図3】この発明の真旋例1および6によるフェーズド アレーアンテナ装置の後小ビーム走査特性の計算例を示す図である。

【図4】この発明の真施問しおよび6によるフェーズド アレーアンテナ鉄體の機小ビーム走査時の演算器差のア ンテナ面上でのばらつきの例を示す図である。

【図5】この発明の実施例2によるフェーズドアレーアンテナ装置の構成を示す図である。

【図6】この発明の実施例3によるフェーズドアレーア 50

ンテナ装置の構成を示す図である。

【図?】この発明の真施例4によるフェーズドアレーア ンテナ芸伝の帯成を示す図である。

18

【図8】この発明の実施例5によるフェーズドアレーア ンテナ装置の構成を示す例である。

【図9】この発明の真施例6によるモジュールの構成を示す図である。

【図10】この発明の実施例6によるフェーズドアレー アンテナ装置の位相消算のプローを示す図である。

【四11】この発明の実施例7によるモジュールの機成を示す図である。

【図12】この発明の実態例8によるモジュールの構成 を示す図である。

【図13】この発明の実籍例9によるモジュールの構成を示す図である。

【図14】この発明の実施例10によるモジュールの構成を示す図である。

【図】5】この発明の真緒例11によるモジュールの構成を示す図である。

【図16】この発明の実経例12によるモジュールの構成を示す図である。

【図17】従来のフェーズドアレーアンテナ装置の構成 を示す図である。

【図18】従来のモジュールの構成を示す図である。

【図19】従来のフェーズドアレーアンテナ装置の位相 消算のフローを示す図である。

【図20】 従来のフェーズドアレーアンテナ装置の構成を示す図である。

【図21】従来のフェーズドアレーアンテナ装置の位相 演算フローを示す図である。

【図22】従来のフェーズドアレーアンテナ装置の微小 ビーム走査特性の計算例を示す図である。

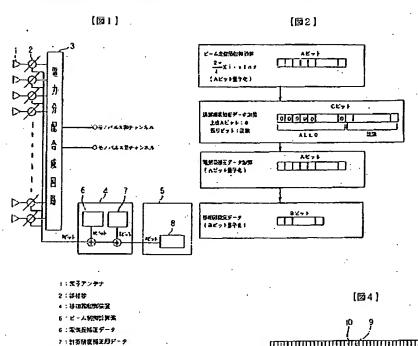
【図23】従来のフェーズドアレーアンテナ装置の後小 ビーム走査時の清算誤差のアンテナ面上でのばらつきの 例を示す図である。

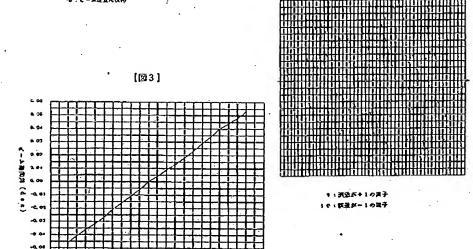
【符号の説明】

- 1 赤子アンテナ
- 2 移相器
- 3 第九分配合成同器
- 4. 移相器制御装置
- 5 ビーム制剤計算機
- 6 電気長指正データ
- 7 計算特度補正データ
- 8 ビーム定査用位相
- 9 誤差を+1含んだ案子
- 19 誤差を-1含んだ素子
- 11 乱数発生回路
- 12 位相消算回路
- 13 低從音增帽器
- 14 ビーム走査位相演算回路

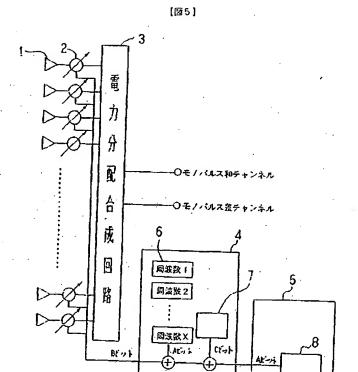
15 素子座標・波長・ビーム指向方向データ

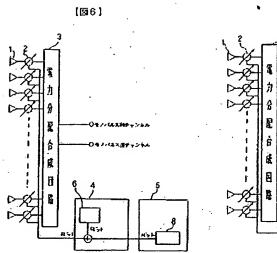
* *M モジュール



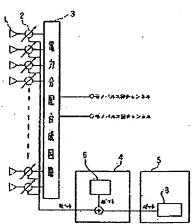


スーツ 編 単 法 (g · t) vacy esca. -c. El o 30 m g 24 0 g にがり

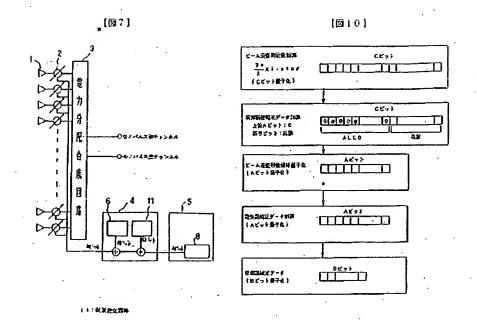


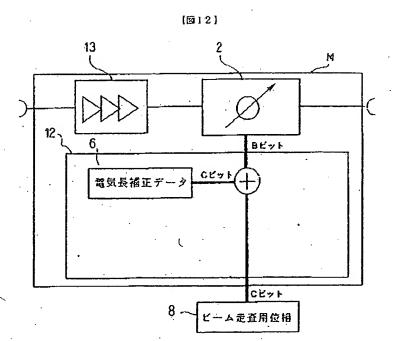


BENT

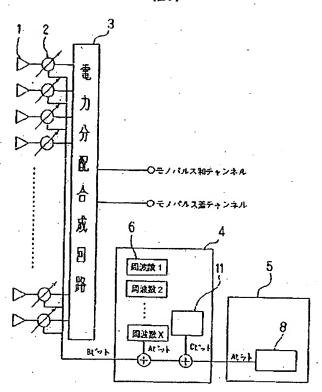


[217]



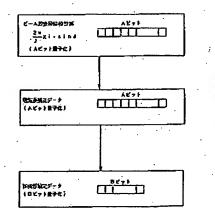


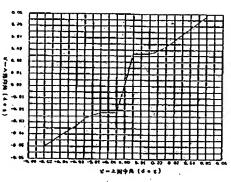
[図8]

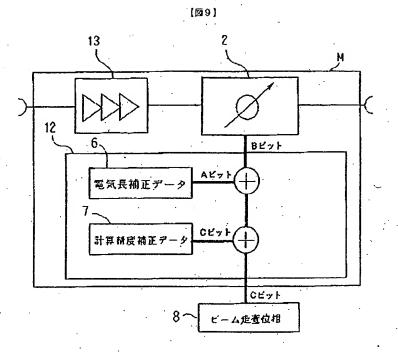


[図18]

[19]





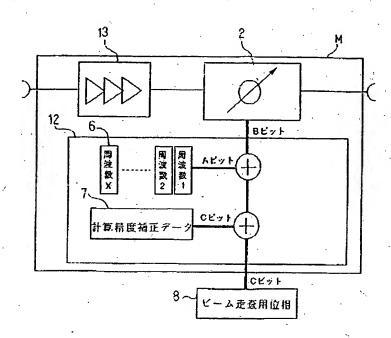


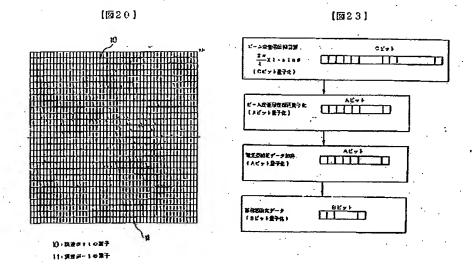
2:移相器

12:位相演算回路

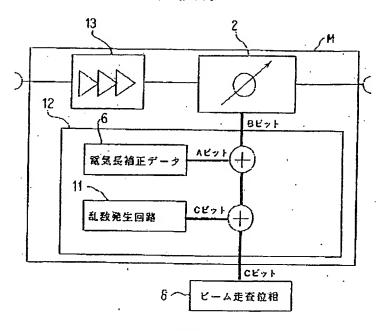
13: 低穀膏增幅器

(図11)

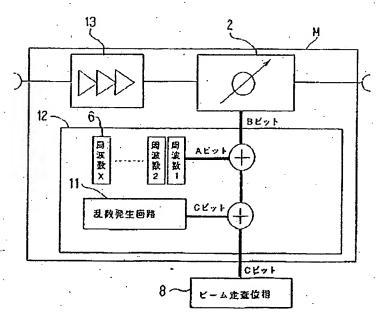


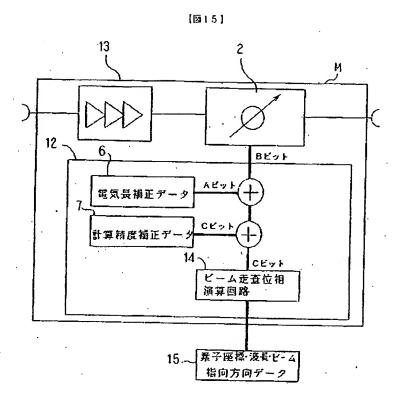


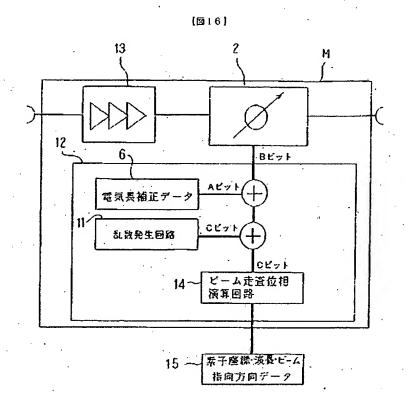
(Ø13)



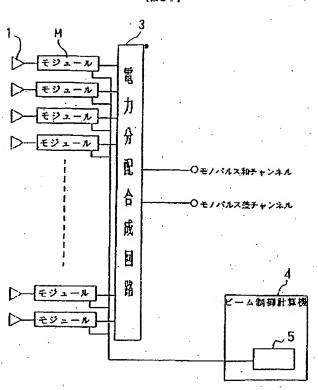
[图14]

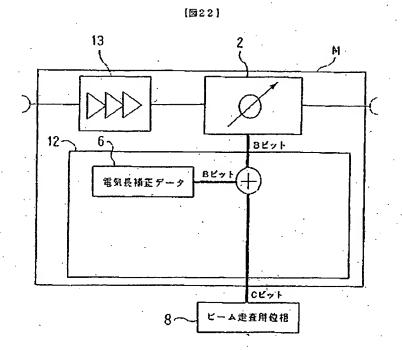






[221]





フロントページの続き

(72)亮明者 青木 俊彦 銀倉市上町屋 25番地 三菱電探採式会社 銀倉製作所内

This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

□ BLACK BORDERS
□ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
□ FADED TEXT OR DRAWING
□ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
□ SKEWED/SLANTED IMAGES
□ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
□ GRAY SCALE DOCUMENTS
□ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
□ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

☐ OTHER:

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.